

## HEAT TREATMENT APPARATUS

Patent number: JP11256328  
 Publication date: 1999-09-21  
 Inventor: NAKATSUKA SAKAE  
 Applicant: TOKYO ELECTRON LTD  
 Classification:  
 - International: C23C16/455; C23C16/44; C23C16/455; C23C16/44; (IPC1-7):  
 C23C14/50; C23C14/58; C23C16/44; C23C16/46; H01L21/205;  
 H01L21/285; H01L21/31  
 - european: C23C16/455  
 Application number: JP19980073177 19980306  
 Priority number(s): JP19980073177 19980306

Also published as:

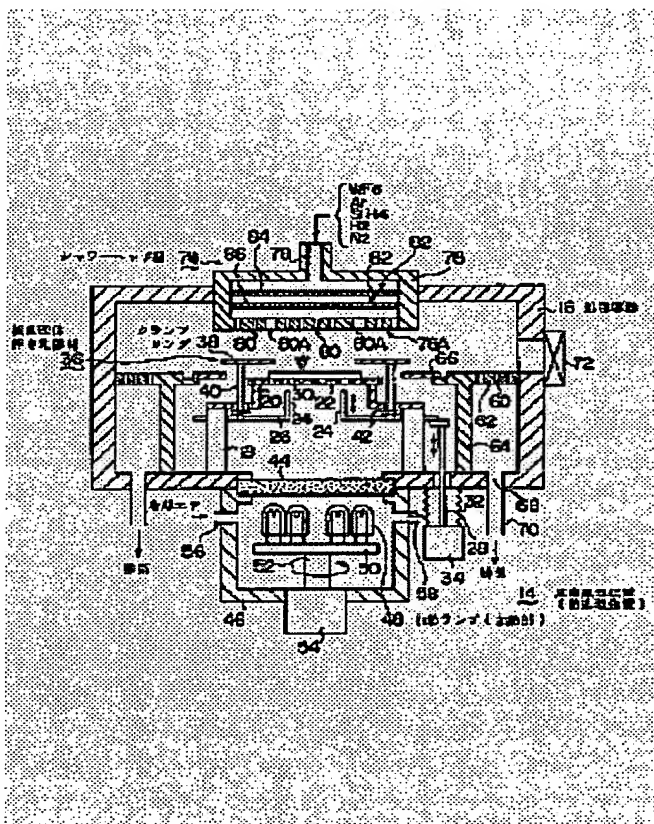


EP1061155 (A1)  
 WO9945166 (A1)  
 US6599367 (B1)  
 EP1061155 (B1)

Report a data error here

## Abstract of JP11256328

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a heat treatment apparatus capable of improving the intra-surface uniformity of a film thickness by imparting an adequate distribution of a gas supply rate to a shower head section. **SOLUTION:** This heat treatment apparatus has a treatment vessel 16 which internally has a stage 11 to be placed with a work W, a work retaining member 36 which is liftably disposed in order to retain the peripheral edge of the work and to fix the same onto the stage side, a heating section 48 which heats the work and the shower head section 74 which is disposed to face the stage and is formed with many gas injection holes 80, 80A on its rear surface. In such a case, the gas injection holes of the shower head section are disposed over a range larger than the plane of the work and the inner sides thereof exclusive of the portions facing the work retaining member are so set that the gas injection rate per unit area is made approximately uniform. Part of a portion facing the work retaining member is so set that the gas injection rate per unit area is larger than the gas injection rate. As a result, the adequate distribution of the gas supply rate is imparted to the shower head stage, by which the intra-surface uniformity of the film thickness is improved.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

52  
 A4 ~ A13

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-256328

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 2 3 C 14/50

C 2 3 C 14/50

E

14/58

14/58

A

16/44

16/44

D

16/46

16/46

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数 4 F I (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-73177

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月6日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 中塚 栄

山梨県韭崎町藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

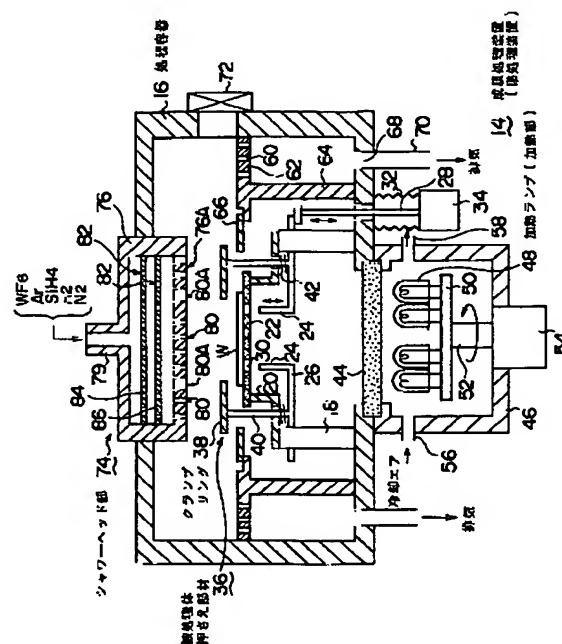
(74) 代理人 弁理士 浅井 章弘

(54) 【発明の名称】 熱処理装置

(57) 【要約】

【課題】 シャワーヘッド部にガス供給量の適正な分布を持たせることにより、膜厚の面内均一性を向上させることができる熱処理装置を提供する。

【解決手段】 被処理体Wを載置する載置台22を内部に有する処理容器16と、前記被処理体の周縁部を押さえ込んで前記被処理体を前記載置台側へ固定するために昇降可能に設けられた被処理体押さえ部材36と、前記被処理体を加熱する加熱部48と、前記載置台に対向させて設けられて下面に多数のガス噴射孔80、80Aが形成されたシャワーヘッド部74とを有する熱処理装置において、前記シャワーヘッド部のガス噴射孔は、前記被処理体の平面よりも大きい範囲に亘って設けられ、前記被処理体押さえ部材に対向する部分を除いてその内側は、単位面積当たりのガス噴射量が略均一となるように設定され、前記被処理体押さえ部材に対向する部分の一部は、単位面積当たりのガス噴射量が前記ガス噴射量よりも多くなるように設定される。これにより、シャワーヘッド部にガス供給量の適正な分布を持たせることにより、膜厚の面内均一性を向上させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理体を載置する載置台を内部に有する処理容器と、前記被処理体の周縁部を押さえ込んで前記被処理体を前記載置台側へ固定するために昇降可能に設けられた被処理体押さえ部材と、前記被処理体を加熱する加熱部と、前記載置台に対向させて設けられて下面に多数のガス噴射孔が形成されたシャワーヘッド部とを有する熱処理装置において、前記シャワーヘッド部のガス噴射孔は、前記被処理体の平面よりも大きい範囲に亘って設けられ、前記被処理体押さえ部材に対向する部分を除いてその内側は、単位面積当たりのガス噴射量が略均一となるように設定され、前記被処理体押さえ部材に対向する部分の一部は、単位面積当たりのガス噴射量が前記ガス噴射量よりも多くなるように設定されることを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】 前記被処理体押さえ部材に対向する部分の一部のガス噴射孔の直径は、前記被処理体押さえ部材に対向する部分よりも内側に位置するガス噴射孔の直径よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項1記載の熱処理装置。

【請求項3】 前記被処理体押さえ部材に対向する部分の一部のガス噴射孔の密度は、前記被処理体押さえ部材に対向する部分よりも内側に位置するガス噴射孔の密度よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項1記載の熱処理装置。

【請求項4】 前記直径の大きなガス噴射孔は、前記被処理体押さえ部材の内周端に対向させて位置されていることを特徴とする請求項2記載の熱処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば金属薄膜、シリコン酸化膜、シリコン膜等を形成する熱処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、半導体集積回路の製造工程においては、被処理体である半導体ウエハ表面に配線パターンを形成するために或いは配線間等の凹部を埋め込むためにW（タングステン）、WSi（タングステンシリサイド）、Ti（チタン）、TiN（チタンナイトライド）、TiSi（チタンシリサイド）等の金属或いは金属化合物を堆積させて薄膜を形成することが行なわれている。

【0003】この種の金属薄膜の形成方法には、3つの方式、例えばH<sub>2</sub>（水素）還元法、SiH<sub>4</sub>（シラン）還元法、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>（ジクロルシラン）還元法などが知られており、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>還元法は配線パターンを形成するために例えば還元ガスとしてジクロルシランを用いて600℃程度の高温下にてWやWSi（タングステンシリサイド）膜を形成する方法であり、SiH<sub>4</sub>還元法は、同じく配線パターンを形成するために、例え

ば還元ガスとしてシランを用いて先程よりも低い450℃程度の低温下にてWやWSi膜を形成する方法である。

【0004】また、H<sub>2</sub>還元法は、配線間の凹部のようなウエハ表面上の穴埋めのために、例えば還元ガスとして水素を用いて400～430℃程度の温度下でW膜を堆積させる方法である。上記の場合、いずれも例えばWF<sub>6</sub>（六フッ化タングステン）が使用される。このような金属薄膜を形成する一般的な熱処理装置は図9に示されており、例えばアルミニウム等により筒体状に成形された処理容器2内には、例えば薄いカーボン素材或いはアルミ化合物により成形された載置台4が設けられており、この下方には、石英製の透過窓6を介してハロゲンランプ等の加熱手段8を配置している。そして、半導体ウエハWは、載置台4上に載置され、このウエハWの周縁部は、昇降可能になされた例えば略リング状のクランプリング10により押さえ込まれて載置台4上に固定される。この載置台4に対向させてシャワーヘッド10を設けており、この下面には略均等に分布させて多数のガス噴射孔12を形成している。

【0005】そして、加熱手段8からの熱線は透過窓6を透過して載置台4に至り、これを加熱し、この上に配置されている半導体ウエハWを所定の温度に間接的に加熱維持する。これと同時に、載置台4の上方に設けたシャワーヘッド13のガス噴射孔12からはプロセスガスとして例えばWF<sub>6</sub>やH<sub>2</sub>等がウエハ表面上に均等に供給され、ウエハ表面上にW等の金属膜が形成されることになる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体ウエハに対する成膜処理においては、デバイスの電気的特性や歩留りの向上の観点からは、膜厚の面内均一性を高く維持しなければならない。上述のような装置構成において、シャワーヘッド13のガス噴射孔12から噴射された処理ガスは、下方に流れつつ均等に外側へ広がって行き、載置台4の外周下方に位置する排気口から排出されて行く。この場合、クランプリング10の厚みが僅か数mm程度ではあるが、ウエハ周縁部において処理ガスの流れが僅かではあるが乱れていることは避けられない。このため、ウエハ周縁部における成膜の膜厚がウエハ中心部と比較して薄くなる傾向にあり、膜厚の均一性が劣るという問題があった。

【0007】特に、成膜速度が主にプロセス温度に依存する反応律速の条件下では、上記した膜厚の均一性はそれ程低下しないが、成膜速度が主にガス濃度に依存する供給律速の条件下では、ウエハ中心部の膜厚がその周縁部と比較して大きくなって膜厚の均一性を大きく低下させるという問題があった。このため、シャワーヘッドから供給する処理ガスの流量に分布を持たせることも種々行なわれているが、ガス流量と膜厚の関係は非常に微妙

であり、最適なものが得られていないのが現状である。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、シャワーヘッド部にガス供給量の適正な分布を持たせることにより、膜厚の面内均一性を向上させることができる熱処理装置を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記問題点を解決するために、被処理体を載置する載置台を内部に有する処理容器と、前記被処理体の周縁部を押さえ込んで前記被処理体を前記載置台側へ固定するために昇降可能に設けられた被処理体押さえ部材と、前記被処理体を加熱する加熱部と、前記載置台に対向させて設けられて下面に多数のガス噴射孔が形成されたシャワーヘッド部とを有する熱処理装置において、前記シャワーヘッド部のガス噴射孔は、前記被処理体の平面よりも大きい範囲に亘って設けられ、前記被処理体押さえ部材に対向する部分を除いてその内側は、単位面積当たりのガス噴射量が略均一となるように設定され、前記被処理体押さえ部材に対向する部分の一部は、単位面積当たりのガス噴射量が前記ガス噴射量よりも多くなるように設定されるようにしたものである。

【0009】これにより、シャワーヘッド部からの単位面積当たりのガス噴射量は、被処理体押さえ部材の内周端に対応する部分よりも内側及び外周端に対応する部分よりも外側においては実質的に同一となり、また、被処理体押さえ部材に対応する部分の単位面積当たりのガス噴射量は多く設定されているので、これにより被処理体中央部における成膜が抑制されて全体的に膜厚の均一性を向上させることが可能となる。

【0010】この場合、単位面積当たりのガス噴射量を多くするためには、対応する部分のガス噴射孔の直径を他の部分のガス噴射孔の直径よりも大きくしたり、或いはガス噴射孔の直径は全面的に同じに設定して対応する部分のガス噴射孔の密度を多くすればよい。また、被処理体押さえ部材にある程度の幅がある場合には、上記直径の大きなガス噴射孔は、被処理体押さえ部材の内周端に対応する部分に設けるのが膜厚均一性の向上の観点からは最も好ましい。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る熱処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図1は本発明に係る熱処理装置の一実施例を示す断面図、図2は図1に示す装置のシャワーヘッド部と載置台の部分を示す拡大断面図、図3はシャワーヘッド部を示す平面図である。

【0012】本実施例では、熱処理装置として成膜処理装置を例にとって説明する。この成膜処理装置14には、例えばアルミニウム等により円筒状或いは箱状に成形された処理容器16を有しており、この処理容器16

内には、処理容器底部より起立させた円筒状のリフレクタ18上に、例えば断面L字状の保持部材20を介して被処理体としての半導体ウエハWを載置するための載置台22が設けられている。この支柱18及び保持部材20は、熱線透過性の材料、例えば石英により構成されており、また、載置台22は、厚さ1mm程度の例えばカーボン素材、AlNなどのアルミ化合物等により構成されている。この載置台22の下方には、複数本、例えば3本のリフトピン24が支持部材26に対して上方へ起立させて設けられており、この支持部材26を処理容器底部に貫通して設けられた押し上げ棒28により上下動させることにより、上記リフトピン24を載置台22に貫通させて設けたリフトピン穴30に挿通させてウエハWを持ち上げ得るようになっている。

【0013】上記押し上げ棒28の下端は、処理容器16において内部の気密状態を保持するために伸縮可能なベローズ32を介してアクチュエータ34に接続されている。上記載置台22の周縁部には、ウエハWの周縁部を保持してこれを載置台22側へ固定するための被処理体押さえ部材36が設けられる。この押さえ部材36は、ウエハの輪郭形状に沿った例えば略リング状のセラミック製クランプリング38を有しており、このクランプリング38は、上記保持部材20を遊嵌状態で貫通した支持棒40を介して上記支持部材26に連結されており、リフトピン24と一体的に昇降するようになっている。ここで保持部材20と支持部材26との間の支持棒40にはコイルバネ42が介設されており、クランプリング38等の降下を助け、且つウエハのクランプを確実にしている。これらのリフトピン24、支持部材26及び保持部材20も石英等の熱線透過部材により構成されている。

【0014】また、載置台22の直下の処理容器底部には、石英等の熱線透過材料よりなる透過窓44が気密に設けられており、この下方には、透過窓44を囲むように箱状の加熱室46が設けられている。この加熱室46内には加熱部として複数個の加熱ランプ48が反射鏡も兼ねる回転台50に取り付けられており、この回転台50は、回転軸52を介して加熱室46の底部に設けた回転モータ54により回転される。従って、この加熱ランプ48より放出された熱線は、透過窓44を透過して載置台22の下面を照射してこれを加熱し得るようになっている。この加熱室46の側壁には、この室内や透過窓44を冷却するための冷却エアを導入する冷却エア導入口56及びこのエアを排出する冷却エア排出口58が設けられている。

【0015】また、載置台22の外周側には、多数の整流孔60を有するリング状の整流板62が、上下方向に環状に成形された支持コラム64により支持させて設けられている。整流板62の内周側には、クランプリング38の外周部と接触してこの下方にガスが流れないよう

にするリング状の石英製アタッチメント66が設けられる。整流板62の下方の底部には排気口68が設けられ、この排気口68には図示しない真空ポンプに接続された排気路70が接続されており、処理容器16内を所定の真空度に維持し得るようになっている。また、処理容器16の側壁には、ウエハを搬出入する際に開閉されるゲートバルブ72が設けられる。

【0016】一方、上記載置台22と対向する処理容器天井部には、処理ガス等を処理容器16内へ導入するために本発明の特徴とするシャワーヘッド部74が設けられている。具体的には、このシャワーヘッド部74は、例えばアルミニウム等により円形箱状に成形されたヘッド本体76を有し、この天井部にはガス導入口78が設けられている。このガス導入口78には、ガス通路を介して処理に必要なガス、例えば $WF_6$ 、 $Ar$ 、 $SiH_4$ 、 $H_2$ 、 $N_2$ 等のガス源が流量制御可能に接続されている。ヘッド本体76の下面であるガス噴射面76Aには、ヘッド本体76内へ供給されたガスを放出するための多数のガス噴射孔80が面内の略全体に配置されており、ウエハ表面に亘ってガスを放出するようになっている。

【0017】ここでガス噴射孔80は、図2及び図3にも示すようにウエハWの対向面よりも僅かに大きい範囲に亘って設けられており、しかも、被処理体押さえ部材36のリング状のクランプリング38に対向する部分の一部を除いて、その内側は、単位面積当たりのガス噴射量が略均一となるように設定され、クランプリング38に対向する部分の一部は、単位面積当たりのガス噴射量が上記ガス噴射量よりも多くなるように設定されている。具体的には、ガス噴射孔80は、略格子状にウエハ面積よりも大きな範囲に亘って配列されており、リング状のクランプリング38の略直上に位置するガス噴射孔80Aの直径 $L_2$ は、その内側或いは外側のガス噴射孔80の直径 $L_1$ よりも僅かに大きく設定しており、この大口径ガス噴射孔80Aからのガス噴射量が多くなるようにしている。特に、この大口径ガス噴射孔80Aの直径及び位置は、後述するように膜厚の均一性に大きく関与し、この位置は好ましくはクランプリング38の内周端38Aの略真上に対応させて設けるのがよい。

【0018】また、ウエハWには、位置決め用切欠部として、ウエハ周辺部の一部を直線状に切断してなるオリエンテーションフラットや直径数mmの半円状に切断してなるノッチ等が設けられるが、そのウエハWの輪郭に対応させて大口径ガス噴射孔80Aを配列する。図3においては、右側の4つの大口径ガス噴射孔80Aがウエハのオリエンテーションフラットに対応している。図示例では、説明の理解を容易にするために通常のガス噴射孔80に対して大口径ガス噴射孔80Aの直径を数倍以上に大きく記載したが、実際の装置では、通常のガス噴射孔80の直径 $L_1$ に対して大口径ガス噴射孔80A

の直径は1.5倍程度である。具体的には、ウエハサイズが6~12インチ程度の場合には直径 $L_1$ は1.0mm前後、直径 $L_2$ は1.5mm前後であり、この時のガス噴射孔80のピッチは3~4mm程度であるので、ガス噴射孔80、80Aは非常に多数設けられることになる。

【0019】また、図示例では大口径ガス噴射孔80Aは一列で配列されているが、これを2列或いはそれ以上の複数例で配列してもよい。更に、クランプリング38の厚み $W_1$ は2mm程度、幅 $W_2$ は40mm程度、ウエハ周縁部との重なり幅 $W_3$ は1~2mm程度であり、シャワーヘッド部74とウエハW間の距離 $H_1$ は20mm前後である。また、ヘッド本体76内には、多数のガス分散孔82を有する2枚の拡散板84、86が上下2段に配設されており、ウエハ面に、より均等にガスを供給するようになっている。

【0020】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。まず、ウエハ表面に例えばタングステンのような金属膜の成膜処理を施す場合には、処理容器16の側壁に設けたゲートバルブ72を開いて搬送アームにより処理容器16内にウエハWを搬入し、リフトピン24を押し上げることによりウエハWをリフトピン24側に受け渡す。そして、リフトピン24を、押し上げ棒28を下げることによって降下させ、ウエハWを載置台22上に載置すると共に更に押し上げ棒28を下げることによってウエハWの周縁部を被処理体押さえ部材36の一部であるクランプリング38で押圧してこれを固定する。

【0021】次に、図示しない処理ガス源から処理ガスとして $WF_6$ 、 $SiH_4$ 、 $H_2$ 等をシャワーヘッド部74へ所定量ずつ供給して混合し、これをヘッド本体76の下面のガス噴射孔80、80Aから処理容器16内へ略均等に供給する。これと同時に、排気口68から内部雰囲気を吸引排気することにより処理容器16内を所定の真空度、例えば200Pa~11000Paの範囲内の値に設定し、且つ加熱室46内の加熱ランプ48を回転させながら駆動し、熱エネルギーを放射する。

【0022】放射された熱線は、透過窓44を透過した後、石英製の支持部材26等も透過して載置台22の裏面を照射してこれを加熱する。この載置台22は、前述のように1mm程度と非常に薄いことから迅速に加熱され、従って、この上に載置してあるウエハWを迅速に所定の温度まで加熱することができる。供給された混合ガスは所定の化学反応を生じ、例えばタングステン膜がウエハ表面に堆積し、形成されることになる。

【0023】ここで、本実施例においては、シャワーヘッド部74のガス噴射孔80、80Aに関して、大口径ガス噴射孔80Aの内側及び外側に配置されたガス噴射孔80からはそれぞれ所定量の均一なガス流量で噴射されるが、リング状のクランプリング38の内周端38A

に対応させて設けた大口径ガス噴射孔80Aからは比較的多量のガスが放出されることになる。この結果、このクランプリング38の内周側の処理ガスの濃度或いは、分圧が高められると同時に、大口径ガス噴射孔80Aから多量にガスが放出される分だけ内側の通常のガス噴射孔80からのガス濃度或いは分圧が軽減されることになる。このため、ウエハ中心側の成膜が少し抑制されると同時にウエハ周縁部における成膜が少し促進されることになり、結果的に膜厚の均一性を向上させることが可能となる。

【0024】この場合、大口径ガス噴射孔80Aの外側にもある程度の範囲、例えば数cm程度に亘って通常のガス噴射孔80を設けるようにするのが、膜厚均一性の向上の上から好ましい。この理由は、ウエハ面内における膜厚の均一性を向上させるためには、クランプリング38の上面に対してもある程度の成膜を施す必要があるからである。また、実際の成膜操作は、例えばタングステン膜は一般的には下地のTiN膜上に形成されるが、このタングステン膜の成膜は、本成膜操作と、本成膜操

作時における成膜の選択性を排除するために本成膜操作に先立って短時間だけ行なわれる核成長成膜操作とがあるが、本装置例によると、核成長成膜と本成膜の両成膜操作において共に膜厚の面内均一性を向上させることが可能である。

【0025】次に、種々のシャワーヘッド部の構造について成膜の面内均一性の評価を行なったので、その説明を行なう。評価するに際して、直径8インチ（直径20cm）のウエハを用い、クランプリングによりウエハの周縁部の重なり幅W3（図2参照）が略1mm程度となるように押圧して保持した。この結果、クランプリング38の内周端38A間の直径（図2参照）は198mmとなる。シャワーヘッド部の構造として図4に模式的に示すように6種類のものを用意した。その構造及び評価結果を表1及び図5に示す。図4（A）～（C）は、それぞれ実施例1～3を示し、図4（D）～（F）はそれぞれ比較例1～3を示す。

【0026】

【表1】

	シャワー ヘッド部	シャワー径 (mm)	孔 径 (mm)	本成膜 均一性 (±%)	成膜速度 (Å/min)	核成長成膜 均一性 (±%)
実施例1	R99mm φ1.3mm	230	1.1, R99部1.8	5.16	3945	4.43
実施例2	R99mm φ1.5mm	230	1.1, R99部1.5	3.94	3880	3.26
実施例3	R99mm φ1.7mm	230	1.1, R99部1.7	4.27	3760	3.15
比較例1	標準	230	1.1	5.25	4248	11.18
比較例2	孔径 φ0.8mm	230	0.8	6.98	4018	5.91
比較例3	R100mm φ2.0mm	200	1.1, R100部2.0	9.27	3659	3.62

【0027】図4（A）に示す実施例1のシャワーヘッド部は、半径Rが99mm（直径198mm）の位置に、直径L2が1.3mmの略リング状に大口径ガス噴射孔80Aを設け（オリエンテーションフラット部分は直線状に設ける）、他の略格子状に配列された通常のガス噴射孔80の直径L1を1.1mmに設定した。また、最外周のガス噴射孔80の直径は230mmである。図4（B）に示す実施例2のシャワーヘッド部は、半径Rが99mm（直径198mm）の位置に、直径L2が1.5mmの大口径ガス噴射孔80Aを設け、他の通常のガス噴射孔80の直径L1を上記と同じ1.1mmに設定した。また、最外周のガス噴射孔80の直径は230mmである。

【0028】図4（C）に示す実施例3のシャワーヘッド部は、半径Rが99mm（直径198mm）の位置に、直径L2が1.7mmの大口径ガス噴射孔80Aを設け、他の通常のガス噴射孔80の直径L1を上記と同じ1.1mmに設定した。また、最外周のガス噴射孔80の直径は230mmである。図4（D）に示す比較例1のシャワーヘッド部は、従来使用されていたものであ

り、直径L1が1.1mmの通常のガス噴射孔80を略格子状に均一に分散させて設けてあり、大口径ガス噴射孔は設けていない。また、最外周のガス噴射孔80の直径は230mmである。

【0029】図4（E）に示す比較例2のシャワーヘッド部は、直径L1を上記比較例1よりも小さい0.8mmの通常のガス噴射孔80を略格子状に均一に分散させて設けてあり、大口径ガス噴射孔は設けていない。また、最外周のガス噴射孔80の直径は230mmである。図4（F）に示す比較例3のシャワーヘッド部は、半径Rが100mm（直径200mm）の位置に、直径L2が2.0mmの大口径ガス噴射孔80Aを設け、その内側のみに直径L1を前述した各実施例と同じ1.1mmに設定した通常のガス噴射孔80を設けた。尚、ウエハ及びシャワーヘッド間の距離は全て17mmに設定した。核成長成膜操作と本成膜操作を行なった時の成膜条件は表2に示されており、Arガスをキャリアガスとして用い、N<sub>2</sub>ガスを希釈ガスとして用いている。これらの成膜条件は、共に供給律速となる成膜条件である。

【0030】



【表2】

成膜条件		
	核成膜	本成膜
Temp(°C)	475	475
Press(Pa)	500	10665
Time(sec)	29	72
WF <sub>6</sub> (sccm)	15	55
Ar(sccm)	200	2000
SiH <sub>4</sub> (sccm)	4	—
H <sub>2</sub> (sccm)	60	1900
N <sub>2</sub> (sccm)	600	20

【0031】図5は各実施例及び比較例のウエハ各部におけるシート抵抗（膜厚に反比例）を示しており、先の表1は、この測定結果をまとめたものである。図5にも示すように実施例1～3の測定値は、ウエハ周縁部の値を含めてもそれ程大きな変動はなく、シート抵抗（膜厚）が略均一であることが判る。具体的には、この図5に示す値をまとめた前記表1から明らかなように、本発明の実施例1～3においては、核成長成膜操作の膜厚均一性は4.43以下であり、また、本成膜操作の膜厚均一性は5.16%以下であり、共に成膜速度は僅かに低下するが、膜厚均一性を大幅に向上させることができる。特に、実施例2及び3の場合には、膜厚の支配的要因となる本成膜操作における膜厚均一性はそれぞれ3.94%及び4.27%となって非常に優れており、実施例2の場合には最も好ましいことが判明する。

【0032】これに対して、比較例1に示すような従来用いていたシャワーヘッド部の場合には、本成膜操作及び核成長成膜操作における膜厚均一性がそれぞれ5.25%及び11.18%であり、劣っている。そして、比較例2、3の場合には、核成長成膜操作における膜厚均一性は、比較例1よりも向上しているが、本成膜操作における膜厚均一性はそれぞれ6.98%及び9.27%となって比較例1よりもかなり劣っている。特に注意されたい点は、比較例3に示すように大口径ガス噴射孔を設けているが、その設置位置及び直径が本実施例1～3の場合とは僅かに1mm程度だけ異なり、更に大口径ガス噴射孔80Aの外周に通常のガス噴射孔を設けない場合には、膜厚均一性が低下している点である。すなわち、大口径ガス噴射孔80Aの設定値及びこの直径等が非常に大きな要因となっている。

【0033】これにより、大口径ガス噴射孔80Aを、クランプリングの内周端の上方に位置精度良く、且つ孔径もそれ程大きくすることなく設けることにより、核成長成膜操作及び本成膜操作において共に膜厚の均一性を向上できることが判明する。ここで、大口径ガス噴射孔80Aの設置位置についてのより詳しい評価を行なった

ので、それについて説明する。図6は大口径ガス噴射孔の位置を評価するためのウエハ表面上における膜厚の等高線を示し、図7は図6中のA-A線及びB-B線方向におけるシート抵抗（膜厚に反比例）を示すグラフである。

【0034】ここでは比較例3に用いたシャワーヘッド部に類似したシャワーヘッド部を用い、大口径ガス噴射孔80Aの直径を2mmとし、このガス噴射孔80Aまでの半径RをA-A線方向では99.2mmとし、B-B線方向では103mmとして設定し、成膜を行なった。尚、大口径ガス噴射孔80Aの外周には、通常のガス噴射孔を設けていない。この場合、図7から明らかなように大口径ガス噴射孔80Aの設定位置を、僅か3.8mm(=103mm-99.2mm)だけ移動しただけで、ウエハ周辺部における膜厚は、極端に変動しており、これからも大口径ガス噴射孔80Aの設置位置は、膜厚均一性の改善の上から非常に重要であることが判明する。尚、図6中における太い実線は膜厚の平均値の等高線を示し、+は平均値より膜厚が厚い部分を示し、-は平均値より膜厚が薄い部分を示している。

【0035】上記実施例では、シャワーヘッド部74における単位面積当たりのガス噴射量を多くする構成として、他の部分のガス噴射孔80よりも直径の大きな大口径ガス噴射孔80Aを設けるようにしたが、これに限定されず、例えば図8に示すように単位面積当たりのガス噴射量を多くすべき部分のガス噴射孔80Bの密度を高くして、結果的に単位面積当たりのガス噴射量を多くするようにしてもよく、この場合にも前述したと同様な作用効果を得ることができる。この場合、形成密度を上げたこのガス噴射孔80Bの直径と、この周辺のガス噴射孔80の直径は同じであり、同一ドリルで穿孔加工を行なうことができる。

【0036】尚、上記実施例にあつては、タングステン膜を成膜する場合を例にとりて説明したが、他の材料の成膜、例えばWSi、Ti、TiN、TiSi、Si、SiO<sub>2</sub>等の成膜にも適用し得るのは勿論である。また、熱処理装置の加熱部としては、ランプ加熱に限定されず、抵抗加熱を用いてもよい。更に、ウエハガスも8インチのものに限定されず、6インチ、12インチ或いはそれ以上のウエハサイズにも適用し得るのは勿論である。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の熱処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。被処理体の平面よりも大きい範囲に亘ってガス噴射孔を設け、被処理体押さえ部材に対向する部分の一部、特に、被処理体押さえ部材の内周端に対応する部分の単位面積当たりのガス噴射量を他の部分よりも多くするようにしたので、膜厚が大きくなる傾向にある被処理体中央部の成膜量を抑制し、膜厚が小さくなる傾向に

ある成膜量を促進することができるので、全体としての膜厚の均一性を大幅に向上させることができる。特に、処理ガスの濃度分布が成膜速度に対して支配的な要因となる供給律速条件下における膜厚の均一性をより向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱処理装置の一実施例を示す断面図である。

【図2】図1に示す装置のシャワーヘッド部と載置台の部分を示す拡大断面図である。

【図3】シャワーヘッド部を示す平面図である。

【図4】本発明装置の膜厚均一性を評価するために形成された複数のシャワーヘッド部を示す模式図である。

【図5】各実施例及び比較例のウエハ各部におけるシート抵抗（膜厚に反比例）を示すグラフである。

【図6】大口径ガス噴射孔の位置を評価するためのウエハ表面上における膜厚の等高線を示す図である。

【図7】図6中のA-A線及びB-B線方向におけるシ

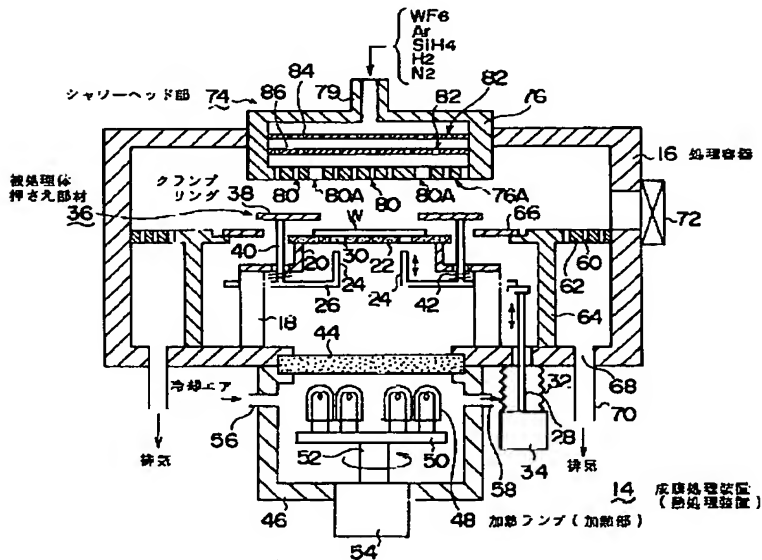
ート抵抗（膜厚に反比例）を示すグラフである。

【図8】本発明装置のシャワーヘッド部の変形例を示す平面図である。

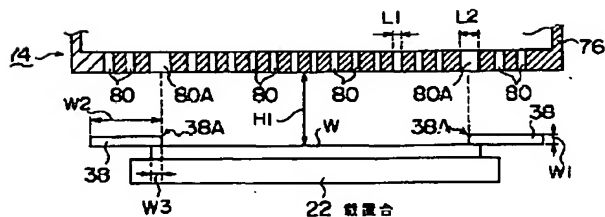
【符号の説明】

- 14 成膜処理装置（熱処理装置）
- 16 処理容器
- 22 載置台
- 36 被処理体押さえ部材
- 38 クランプリング
- 38A 内周端
- 44 透過窓
- 48 加熱ランプ（加熱部）
- 74 シャワーヘッド部
- 76 ヘッド本体
- 80 ガス噴射孔
- 80A 大口径ガス噴射孔
- W 半導体ウエハ（被処理体）

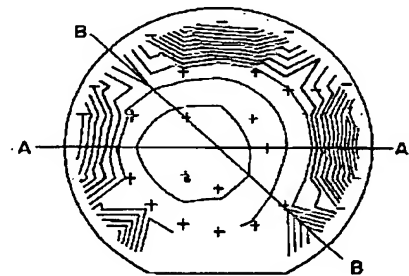
【図1】



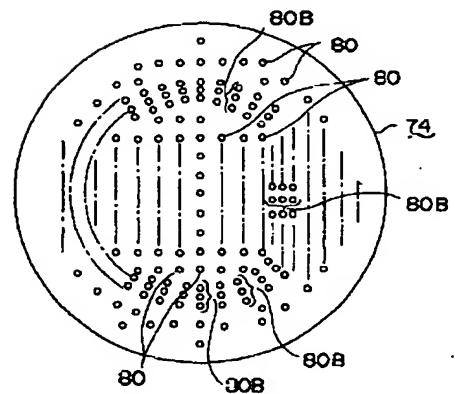
【図2】



【図6】

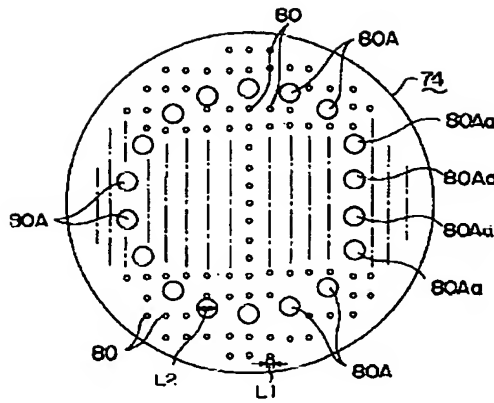


【図8】

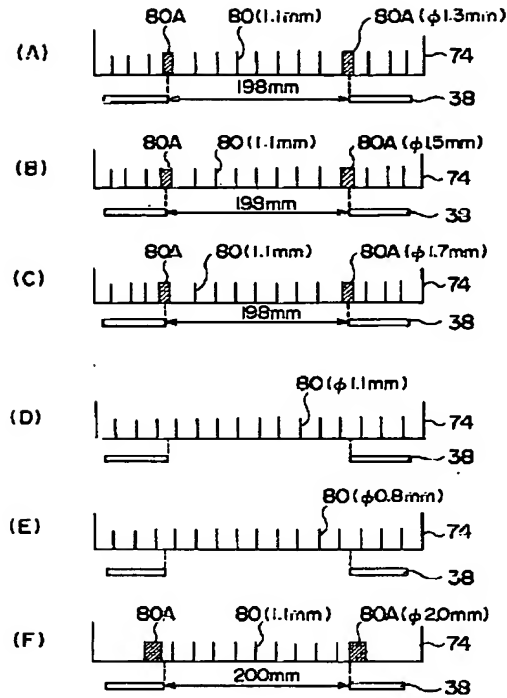




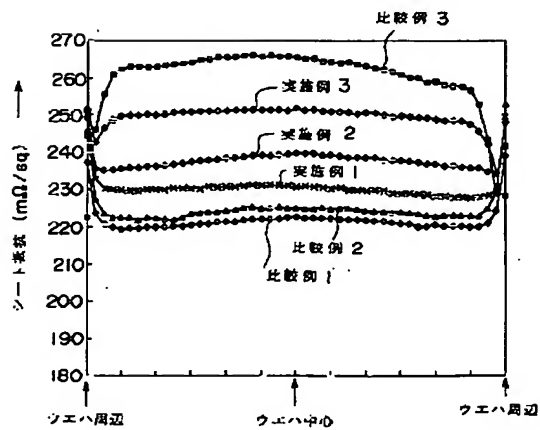
【図3】



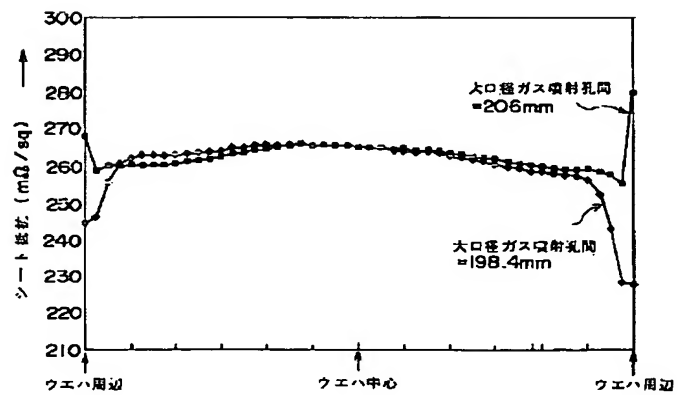
【図4】



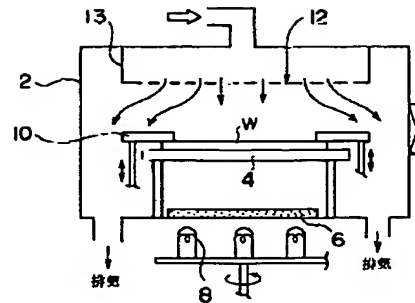
【図5】



【図7】



【図 9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 1 0 年 6 月 1 1 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る熱処理装置の一実施例を示す断面図である。

【図 2】図 1 に示す装置のシャワーヘッド部と載置台の部分を示す拡大断面図である。

【図 3】シャワーヘッド部を示す平面図である。

【図 4】本発明装置の膜厚均一性を評価するために形成された複数のシャワーヘッド部を示す模式図である。

【図 5】各実施例及び比較例のウエハ各部におけるシート抵抗（膜厚に反比例）を示すグラフである。

【図 6】大口径ガス噴射孔の位置を評価するためのウエハ表面上における膜厚の等高線を示す図である。

【図 7】図 6 中の A - A 線及び B - B 線方向におけるシ

ート抵抗（膜厚に反比例）を示すグラフである。

【図 8】本発明装置のシャワーヘッド部の変形例を示す平面図である。

【図 9】一般的な熱処理装置を示す構成図である。

【符号の説明】

1 4 成膜処理装置（熱処理装置）

1 6 処理容器

2 2 載置台

3 6 被処理体押さえ部材

3 8 クランプリング

3 8 A 内周端

4 4 透過窓

4 8 加熱ランプ（加熱部）

7 4 シャワーヘッド部

7 6 ヘッド本体

8 0 ガス噴射孔

8 0 A 大口径ガス噴射孔

W 半導体ウエハ（被処理体）

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 6

H 0 1 L 21/285

21/31

識別記号

F I

H 0 1 L 21/285

21/31

C

B